动 物 学 研 究 2000, Jun. 21 (3): 192~198 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

温度对烟蚜茧蜂发育、生殖的影响

吴兴富[①] 李天飞[①] 魏佳宁[②④] 王 毅[③] 邓建华[①] 高家合[①] 赵立恒[③]

(①云南省烟草科学研究院农业研究所 玉溪 653100)

(②中国科学院昆明动物研究所系统动物学研究室 昆明 650223 weijn@mail.kiz.ac.cn)

(③云南红塔集团玉溪烟草科学研究所 玉溪 653100)

摘要：在恒温10、15、20、25和30℃实验条件下，测定了云南省玉溪地区烟蚜茧蜂(*Aphidius gifuensis* Ashmead)的发育历期和生殖力等生物学参数。结果显示，烟蚜茧蜂发育速率与温度的关系符合逻辑斯蒂曲线，即25℃从卵至羽化所需历期最短(10.67 d)，30℃发育历期稍有延长(11.6 d)。卵至羽化的发育起点温度为3.3℃，有效积温为266.0日度。烟蚜茧蜂雌蜂羽化当天即可产卵，在产卵期的前4天产出总卵量的90%(15~30℃)；在6:30~22:30产出总卵量的80%。温度＞25℃对烟蚜茧蜂雌蜂的寿命、生殖力，以及对僵蚜体重和羽化率均造成显著的负影响。烟蚜茧蜂雌蜂的寿命、性比、生殖力及僵蚜的体重和羽化率均在20℃时达最佳，结合发育历期的结果，认为该蜂大规模人工繁殖和释放的最佳温度范围是20~25℃。就研究结果在生物防治中的应用也进行了讨论。

关键词：烟蚜茧蜂；温度；发育历期；生殖力
中图分类号：Q969.54+4.7 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(2000)03-0192-07

烟蚜茧蜂(*Aphidius gifuensis* Ashmead)是寄生于桃蚜(*Myzus persicae* Sulzer)(即烟蚜，一种世界性分布的农业大害虫)体内的一种优势初寄生蜂。该蜂有分布区广泛、寄主蚜虫种类多、自然寄生率高、易人工繁殖的特点，在国内已被应用于危害烟草、蔬菜等农作物的蚜虫的生物防治中，取得了显著的防治效果(赵万源等，1980；汤玉清，1984；忻亦芬，1986；毕章宝等，1993)。

许多研究表明，在诸多生物和非生物因子中，温度是影响昆虫生长发育的最主要因子(David等，1988)。它通过直接作用于寄生蜂或间接作用于其寄主来对寄生蜂的生长发育及其种群丰富度产生影响(Compbell等，1974，1977；Hayakawa等，1990)，而寄生蜂对温度的适应性又将很大程度上影响其在生物防治中的作用与效果(Elliott，1995)。本文通过实验室内恒温对烟蚜茧蜂(玉溪种群)生长发育、生殖、存活力的影响研究，以期为更加有效地繁殖和利用烟蚜茧蜂提供一些科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

烟蚜与烟蚜茧蜂采自玉溪马桥烟科所试验基地大田和温室。

1.2 方 法

1.2.1 温度对烟蚜茧蜂发育影响的试验方法 试验设恒温10、15、20、25、30℃，共5个处理，3次重复。步骤为：用蘸水棉花裹住鲜烟叶叶柄端剪口处，将100头2、3龄烟蚜接到烟叶背面，放入一次性饮水塑料杯中，用纱布封口。待烟蚜稳定后，每杯接入已交配过的烟蚜茧蜂雌蜂3头，让其寄生20 h后移去雌蜂，将被寄生的烟蚜放入人工气候箱(±0.5℃)内。在解剖镜下，每天解剖烟蚜10头，观察记录烟蚜茧蜂各龄发育历期，并更换新鲜烟叶。各龄期的划分标准主要依据Stary(1967)和毕章宝等(1993)的研究。以从外壳见不到老熟幼虫蠕动定为僵蚜(路虹等，1994)。从刚形成僵蚜(4龄中期)时起，每天用精度为0.1

收稿日期：1999-10-28；修改稿收到日期：1999-12-17
基金项目：云南省"九五"科技攻关、云南省烟草公司"九五"重点计划资助项目(95A4-5)
④通讯作者

mg 的电子天平称重（每组僵蚜数 5 个以上），并记录 4 龄中期、预蛹期和蛹末期 3 个时期僵蚜的体重，直至羽化前一天。

1.2.2　温度对烟蚜茧蜂生殖影响的试验方法　待上述烟蚜茧蜂羽化后，在室温 [(22±2.0)℃] 下，将单头雌蜂与雄成蜂配对并饲喂 5%（体积比）蜂蜜水，8 h 后将雌蜂接入装有 20 头 2、3 龄烟蚜（已稳定在烟叶背面，并用蘸水棉花裹住鲜烟叶叶柄端剪口处）的塑料杯中，每 8 h 更换 1 次寄主，直至成蜂死亡止。更换出的烟蚜放入 25℃ 的人工气候箱（±0.5℃）内发育 3 d（每天更换新鲜烟叶）后取出，在解剖镜下单头解剖，记录解剖出的烟蚜茧蜂幼虫量。每个温度 10 次重复。

1.2.3　数据处理方法　烟蚜茧蜂各龄发育历期的计算方法采用时间权重法。假设

$$T=\sum_{i=1}^{n}T_i,\text{则 } T_i=\frac{\sum_{j=1}^{m}(M_j\times j)}{\sum_{j=1}^{m}M_j}$$

式中 T 为烟蚜茧蜂总发育历期，T_i 为各龄发育历期($i=1,2,\cdots,n$；其中 i 为龄期，本文 $i=6$)；j 为第 j 天($j=1,2,3,\cdots,m$)；Mj 为各龄(第 i 龄)第 j 天解剖的幼虫数($j=1,2,3,\cdots,m$)

依据丁岩钦（1994）的方法计算烟蚜茧蜂各虫态的发育起点温度和完成各虫态的有效积温。

试验中烟蚜茧蜂龄期、体重、产卵量、寿命及产卵百分率的方差分析采用单向分组随机区组设计的方法，并用 Duncan's 新复极差法进行多重比较（马育华，1990）。

2　结果分析

2.1　温度对烟蚜茧蜂发育历期的影响

不同温度下各龄期的发育历期测定结果（表 1）表明：在不同温度下烟蚜茧蜂各龄的发育历期随温度升高而缩短，但 30℃ 对烟蚜茧蜂卵至 1 龄、预蛹及卵至羽化 3 个时期有显著的抑制作用。发育速率与温度的关系符合逻辑斯蒂曲线，如从卵至羽化的公式为：$Y=\frac{0.098}{1+21.028e^{-0.193x}}$ ($R=0.9709^{**}>R_{0.01}=0.9587$)。25℃ 条件下从卵至成蜂的历期平均为 10.7 d，10℃ 下平均为 36.3 d。

表 1　不同温度下各龄期的发育历期

Table 1　Time needed for different instar ages of *A. gifuensis* at various constant temperatures

温度/℃ (temperature)	卵、1 龄 (egg to instar 1)	2 龄 (instar 2)	3 龄 (instar 3)	4 龄 (instar 4)	预蛹 (prepupa)	蛹 (pupa)	卵至羽化 (egg to emergence)
10	11.10 ± 0.10^{Ae}	2.60 ± 0.10^{Aa}	2.20 ± 0.10^{Aa}	5.20 ± 0.17^{Aa}	4.40 ± 0.10^{Aa}	10.80 ± 0.06^{Aa}	36.30 ± 0.10^{Aa}
15	6.50 ± 0.10^{Bb}	1.60 ± 0.10^{Bb}	1.40 ± 0.10^{Cc}	2.93 ± 0.15^{Bb}	3.27 ± 0.15^{Bb}	7.90 ± 0.17^{Bb}	23.60 ± 0.10^{Bb}
20	4.20 ± 0.10^{Cr}	0.70 ± 0.01^{Cc}	1.80 ± 0.01^{Bb}	1.87 ± 0.15^{Cd}	1.80 ± 0.10^{Cc}	5.40 ± 0.10^{Cc}	$15.70=0.10^{Cr}$
25	2.70 ± 0.10^{Ee}	0.37 ± 0.06^{Dd}	1.00 ± 0.10^{Dd}	2.17 ± 0.06^{Cc}	1.07 ± 0.12^{Dd}	3.40 ± 0.17^{Dd}	10.67 ± 0.06^{Ee}
30	3.50 ± 0.10^{Dd}	0.37 ± 0.12^{Dd}	0.80 ± 0.01^{De}	1.80 ± 0.10^{Cd}	1.83 ± 0.15^{Cc}	3.30 ± 0.17^{Dd}	11.60 ± 0.10^{Dd}

表中标有大写字母的表示在 1% 水平上差异显著；标有小写字母的表示在 5% 水平上差异显著，下同（different capital alphabets denote significant level at $P<0.01$, and different alphabets denote significant level at $P<0.05$ in Table 1, 3, 4 and 5）。

表 2　烟蚜茧蜂各阶段发育起点及有效积温

Table 2　Temperature thresholds and thermal requirement for development of different developmental stage of *A. gifuensis*

虫态 (developmental stage)	发育起点温度 C/℃ (Mean ± S_E) (temperature thresholds for development)	有效积温 K/日度 (Mean ± S_E) (temperature thermal for development)
卵、1 龄 (egg to instar 1)	5.7 ± 0.9	62.9 ± 4.43
2 龄 (instar 2)	8.9 ± 0.3	7.3 ± 0.2
3 龄 (instar 3)	2.8 ± 0.3	21.6 ± 0.9
4 龄 (instar 4)	1.5 ± 0.2	43.8 ± 1.5
预蛹 (prepupa)	7.0 ± 0.9	26.7 ± 1.5
蛹 (pupa)	4.1 ± 0.9	80.0 ± 7.4
卵至 4 龄 (egg to instar 4)	2.5 ± 0.3	156.2 ± 3.0
卵至预蛹 (egg to prepupa)	3.4 ± 0.4	181.8 ± 6.0
卵至成蜂 (egg to adult)	3.3 ± 0.1	266.0 ± 1.6

表 2 表明，烟蚜茧蜂从卵至成蜂的发育起点温度为 3.3℃，有效积温为 266.0 日度；4 龄的发育起点温度为1.5℃，有效积温为43.8日度；卵、1龄的发育起点温度为5.7℃，有效积温为62.9日度。

表 3 温度对烟蚜茧蜂僵蚜体重的影响

Table 3 Temperature effects on the weight of aphid mummies of *A. gifuensis* at different developmental stage (mg/个)

温度/℃ (temperature)	4 龄中期 (mid of instar 4)	预蛹期 (prepupa)	蛹末期 (the end of pupa)
10	0.62 ± 0.03^{Ab}	0.54 ± 0.02^{Bb}	0.42 ± 0.01^{BCbc}
15	0.64 ± 0.02^{Aab}	0.56 ± 0.03^{Bb}	0.43 ± 0.02^{Bb}
20	0.65 ± 0.02^{Aa}	0.59 ± 0.01^{Aa}	0.50 ± 0.00^{Aa}
25	0.47 ± 0.01^{Bc}	0.44 ± 0.01^{Cc}	0.40 ± 0.00^{Cc}
30	0.42 ± 0.01^{Cd}	0.37 ± 0.02^{Dd}	0.32 ± 0.01^{Dd}

表中数据为多个僵蚜的平均体重(data are mean weight of >5 aphid mummies in Table 3)。

2.2 温度对烟蚜茧蜂僵蚜体重的影响

温度对烟蚜茧蜂僵蚜不同时期的体重及体重变化率有明显的影响（表 3）。从表 3 可以看出，20℃条件下形成的僵蚜在预蛹期及蛹末期的体重较其他温度有极显著差异；4 龄中期的僵蚜显著重于 10℃、极显著重于 25 和 30℃。30℃下形成的僵蚜极显著轻于其他各温度。图 1 僵蚜体重的变化率（或称减退率）是以 4 龄中期为准，且在各温度下僵蚜体重都是 4 龄中期>预蛹期>蛹末期。预蛹期及蛹末期的僵蚜体重变化率为 10、15℃变化率最大，25℃变化最小，20 和 30℃居中（图 1）。

2.3 温度对烟蚜茧蜂生殖、寿命及羽化率的影响

温度对烟蚜茧蜂生殖力、寿命及羽化率的影响较大（表 4）。10、15、20℃下形成的烟蚜茧蜂产卵量无显著性差异，30℃下形成的烟蚜茧蜂产卵量极显著低于其他温度。10℃下发育形成的烟蚜茧蜂雌蜂寿命（266.4 h，约 12 d）极显著长于 15～30℃下发育形成的烟蚜茧蜂。高温和低温对烟蚜茧蜂僵蚜的羽化率都有明显的负作用，30℃条件下形成的僵蚜羽化率最低(40.0%)，10℃次之(81.0%)。15～25℃条件下形成的僵蚜羽化率均达 93%以上。

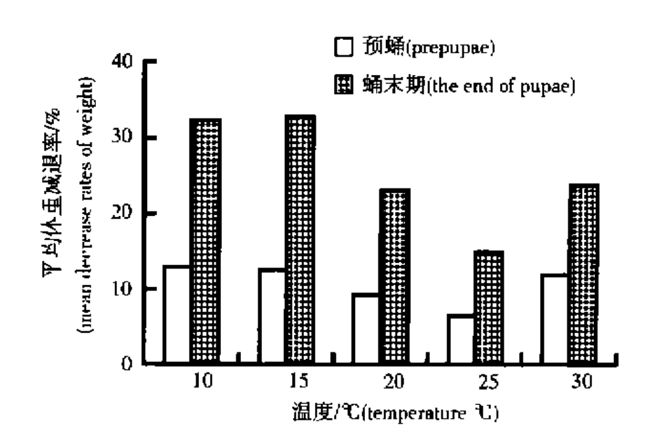


图 1 温度对烟蚜茧蜂僵蚜不同时期体重变化率的影响

Fig. 1 The relationship between mean decrease rates of weight of aphid mummies and different temperatures

表 4 温度对烟蚜茧蜂产卵量、寿命及羽化率的影响

Table 4 Temperatures influence on eggs oviposition per female, mean longevity of females and emergence rate of aphid mummies

温度/℃ (temperature)	产卵量/粒·雌$^{-1}$ (total eggs oviposition per female)	雌蜂寿命/h (mean longevity of female)	供试僵蚜数/头 (numbers of aphid mummies)	羽化成蜂数/头 (numbers of adult) ♀	♂	羽化率/% (emergence rate)	♀:♂ (sex ratio)
30	56.4 ± 30.3^{Bc}	108.0 ± 44.5^{Bb}	85	25	9	40.0	2.78:1.0
25	213.4 ± 42.6^{Ab}	100.8 ± 18.2^{Bb}	262	144	103	94.3	1.40:1.0
20	259.3 ± 33.5^{Aa}	112.2 ± 45.4^{Bb}	252	139	97	93.7	1.43:1.0
15	256.6 ± 34.7^{Aa}	116.8 ± 44.7^{Bb}	181	83	87	93.9	0.95:1.0
10	266.9 ± 58.8^{Aa}	266.4 ± 32.5^{Aa}	121	41	57	81.0	0.72:1.0

产卵量、雌蜂寿命数据均为 10 头雌蜂的平均值(total eggs oviposition and longevity of female of *A. gifuensis* are mean values of 10 individuals)。

2.4 不同温度下发育形成的烟蚜茧蜂的产卵特性

10℃条件下形成的烟蚜茧蜂，在前 8 天产出 93.5%的卵量，25℃下形成的烟蚜茧蜂在前 3 天集中产出 90%以上的卵量，15、20 及 30℃下形成的烟蚜茧蜂在前 4 天产出 90%以上的卵量（图 2）。温度对烟蚜茧蜂在不同时间段的卵量分配影响不大，5 种温度下发育形成的烟蚜茧蜂，其在6:30～22:30 产卵量极显著高于22:30 至次日 6:30（表 5），占总卵量的 80%，而后一时间段的产卵量只占总卵量的 20%左右。

3 讨 论

本文在恒温下对烟蚜茧蜂发育历期的研究结果与前人相比略有不同。烟蚜茧蜂发育历期恒温 25℃为10.67 d，较30℃(11.60 d)短。而路虹(1994)报道烟蚜茧蜂从 15℃～32℃发育历期均呈缩短的趋势，原因可能是烟蚜茧蜂的不同地理种群适应各自生存气候(温度)的结果[尽管28℃(9.8 d)与32℃(9.2d)

表 5　烟蚜茧蜂在不同时间段的产卵量占总卵量的百分率

Table 5　The mean percentage of eggs oviposition in reproductive period of *A. gifuensis* in per 8 hours of one day

温度/℃ (temperatures)	6：30～14：30 (from 6：30 to 14：30)	14：30～22：30 (from 14：30 to 22：30)	22：30～次日 6：30 (from 22：30 to next day 6：30)
30	45.4±9.1^{Aa}	33.3±7.9^{ABb}	21.3±7.6^{Bc}
25	40.9±6.5^{Aa}	39.0±5.7^{Aa}	20.1±7.0^{Bb}
20	36.5±7.4^{Ab}	47.3±10.8^{Aa}	16.3±8.4^{Bc}
15	38.5±4.2^{Bb}	52.8±4.8^{Aa}	8.7±4.5^{Cc}
10	48.7±8.5^{Aa}	45.6±7.8^{Aa}	5.8±4.4^{Bb}

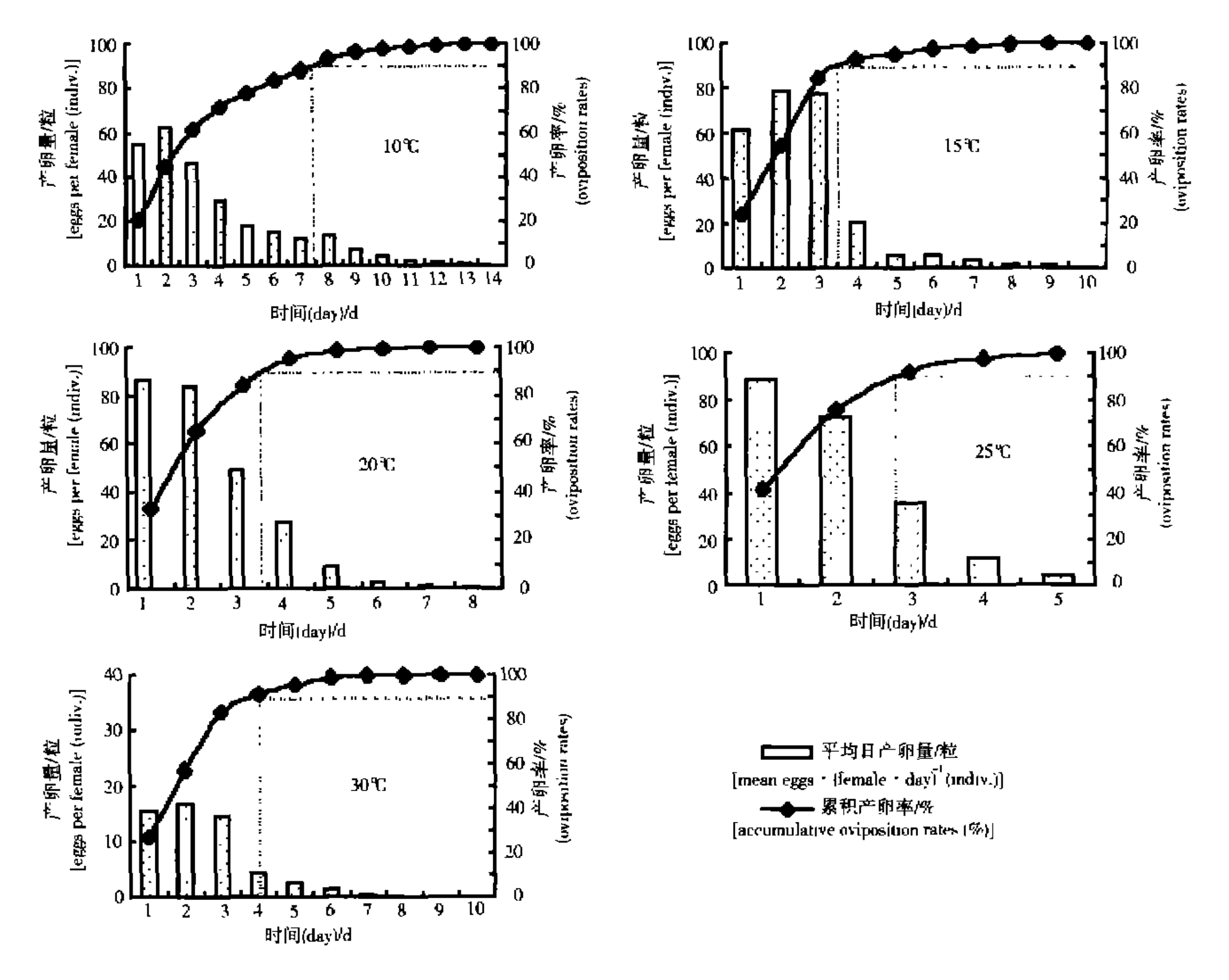


图 2　不同温度下形成的烟蚜茧蜂日产卵量和累积产卵率

Fig.2　Mean egg oviposition per female per day and accumulative oviposition rates of *A. gifuensis* formed at different temperatures

相比发育历期之差甚小]。本研究的地点为云南玉溪，当地最热月平均温度为 20.8℃（7 月），当地烟蚜茧蜂种群适应于南亚热带高原气候，在遇到较高的温度时（>25℃）会出现发育受滞现象，如持续高温（≥30℃），则羽化率大为降低（表 4）；路虹（1994）的研究对象为北方（北京）种群，当地最热月平均温度为 26℃，日最高温度为 35℃左右，烟蚜茧蜂对高温有较强的适应性。毕章宝（1993）报道保定烟蚜茧蜂在 31℃恒温下，幼虫大部分死亡，仅有少数变成僵蚜，但均不能羽化，这与本研究结果相近，而与路虹（1994）的研究结果相差较大，似乎与地理分布情况不符，但路虹（1994）未报道不同温度下烟蚜茧蜂幼虫死亡率和僵蚜羽化率的资料，这可能是一个主要原因。另外，Stary

(1967) 对 *Aphidius ervi*、*A*. *smith* 和 *Diaeretiella rapae* 等蚜茧蜂，以及 Elliott(1995)对 *A*. *colemani* 和 *D*. *rapae*(Syrian、Argentinean 和 Russian 种群)的研究均发现，异域分布的同种蚜茧蜂（Aphidiidae）由于适应各自生存的气候（温度）条件，对温度的适应范围存在一定的差异。

本文烟蚜茧蜂发育速率、发育起点温度和有效积温值也与忻亦芬（1986）、路虹（1994）、毕章宝（1993）报道的结果有一定差异，而与赵万源（1980）的研究相近，其原因除 Campbell（1974，1977）提出的异域分布外，作者还认为因烟蚜茧蜂虫龄划分标准不同，对研究结果也有较大影响。本研究依据 Stary（1967）和毕章宝（1993）的相关结果，将烟蚜茧蜂发育过程分为卵至 1 龄、2 龄、3 龄、4 龄、预蛹、蛹 6 个时期，各龄发育时间的计算中采用了时间权重法（详见试验方法），使历期值更接近于实际情况。相比划分为卵、幼虫、预蛹和蛹 4 个时期（赵万源，1980）和划分为接蜂至初幼、幼虫和蛹 3 个时期（路虹，1994）更科学。依据发育历期、发育起点温度和有效积温的结果可看出，烟蚜茧蜂的最佳冷藏时期为预蛹期和蛹期，因为这两个阶段所需的发育时间较长（表 1），且发育起点温度和有效积温均较高（表 2），预蛹期冷藏温度应为 6～8℃，蛹期的冷藏温度以 3～5℃为宜。发育起点温度和有效积温的结果（表 2）还显示，烟蚜茧蜂在云南（与玉溪地区有相似气候条件的地区）无越冬现象，终年可寻找寄主，进行繁殖。另外，利用玉溪≥10℃ 的年积温（5105.2 日度）与烟蚜茧蜂世代的有效积温（266.0 日度），计算得出当地烟蚜茧蜂的年发生世代数为 20 代。

烟蚜茧蜂的僵蚜体重、羽化率、性比，以及雌蜂的寿命和生殖力是人工大量繁蜂时对其进行质量监控的重要指标。本研究发现这些指标均受到了温度的影响，其中 20～25℃ 是这 5 项指标呈现最佳值的温度范围，结合发育历期与温度关系的研究，建议大规模人工繁殖烟蚜茧蜂在 20～25℃ 范围内进行。有关蚜茧蜂成蜂寿命和繁殖量与温度的关系研究较多(Stary，1967；Campbell，1974，1977；赵万源，1980；汤玉清，1984；Hayakawa，1990；Elliott，1995；路虹，1993；毕章宝，1994)，而在茧蜂体重、羽化率和性比与温度的研究方面的研究报道却较少，且其结果相互有差异。Elliott (1995)报道在 12 和 18℃ 恒温下发育、羽化出的蚜茧蜂(*D*. *rapae* 和 *A*. *colemani*)成蜂平均体重显著大于 24℃ 恒温下的蚜茧蜂。本文中僵蚜在 20℃ 恒温下体重最大，10℃ 和 15℃ 下僵蚜的体重显著重于 25℃ 和 30℃，即中低恒温下形成的僵蚜体重显著重于高温下的。其原因可能是高温加快了烟蚜和寄生于其体内的烟蚜茧蜂幼虫的发育、消耗和代谢的速率，使烟蚜未发育到成蚜就变成了僵蚜，这样烟蚜提供给烟蚜茧蜂发育的营养物质较中低温下的少，因而相比之下僵蚜体重下降，进一步导致成蜂的体重也比较轻。本研究发现烟蚜茧蜂僵蚜的羽化率受温度的影响较大(表 5)，30℃ 下羽化率仅为 40%，因而，如持续高温会导致人工大规模繁蜂失败。毕章宝(1994)对大田烟蚜茧蜂性比进行调查发现，性比因季节而变化，以 8 月最高(雌∶雄＝3.38∶1)，越冬时接近 1∶1，这一结果从侧面反映了温度对烟蚜茧蜂性比有一定影响。然而，烟蚜茧蜂同其他大多数蚜茧蜂一样，未交配的雌蜂营孤雌产雄(arrhenotoky)生殖方式(Stary，1967；毕章宝等，1993)。Stary(1967)综合了前人的研究成果并提出，蚜茧蜂的性比受到与之交配的雄蜂的交配次数、交配时间长短，雌蜂开始产卵的时间、年龄和寿命、产卵速率以及食物、寄主和季节等 17 种因素的影响。由表(4)可以看出 30℃ 雌雄比为 2.8∶1($\chi^2_{2,0.01}=65.89>\chi^2_{2,0.01}=9.21$)，而其他温度(≤25℃)性比接近 1∶1($\chi^2=2.00<\chi^2_{2,0.05}=5.99$)，因而，高温对性比产生了显著的影响，其原因有待进一步研究。

烟蚜茧蜂雌蜂生殖力的研究报道较多，但结果相差较大。其中以赵万源(1980)报道的产卵量最少，每雌蜂一生平均产 189.4 粒；王文夕(1996)报道的最大，493～587 个；路虹(1993)、毕章宝(1996)的结果为 300～400 左右，而本文的结果为 260 个/雌蜂(20℃)。通过对文献的对比认为，各项研究采用的寄主植物、寄主蚜虫和寄主蚜虫的密度以及实验条件(温湿度，光照时间等)的不同是引起差异的主要原因。以往研究认为寄主密度是影响烟蚜茧蜂生殖力的主要因子。然而，本研究发现在寄主蚜虫密度恒定的状况下(60 头/d)，温度因子也会对烟蚜茧蜂的产卵量产生影响(见表 4)，30℃ 形成的烟蚜茧蜂产卵量仅为 56.4 粒/雌。不同温度下烟蚜茧蜂的日产卵量和累计产卵率结果显示，在 15～30℃ 范围内，雌蜂一般均在其产卵期的前 4 d 将 90% 以上的卵产出，其原因可能是温度影响烟蚜茧蜂雌蜂的寿命，导致其产卵量时间分布的不同。因此，在大田释放烟蚜茧蜂成蜂后的第 5 d，应根据烟蚜发生情况开

始下一次放蜂；如果释放僵蚜，则应在僵蚜羽化高峰期后的第 5 d，进行下一次放蜂工作。

致　谢　本文撰写过程中得到中国科学院昆明动物研究所况荣平研究员和赵万源研究员的帮助指导，试验过程中得到周武和、柴玉华、张秀琼、李会书和彭开亮等的大力帮助。在此，一并表示衷心地感谢！

参 考 文 献

丁岩钦，1994. 昆虫数学生态学[M]. 北京：科学出版社. 329～330. (Ding Y Q, 1994. Mathematical ecology of insects. Beijing: Science Publishing House. 329－330.)

王文夕，李巧丝，1996. 寄主密度对烟蚜茧蜂生殖特性的影响[J]. 华北农学报，**11**(4)：52～57. [Wang W X, Li Q S, 1996 Effect of host density on reproductive rate of *Aphidius gifuensis*. *Acta Agriculture Boreali-Sinicae*, **11**(4)：52－57.]

马育才，1990. 田间试验和统计方法[M]. 北京：农业出版社. 145～150. (Ma Y C, 1990. Statistical methods of field experiment. Beijing: Agricultural Publishing House. 145－150.)

毕章宝，季正端，1993 烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead 生物学研究. Ⅰ. 发育过程和幼虫形态[J]. 河北农业大学学报，**16**(2)：1～8. [Bi Z B, Ji Z D, 1993 Bionomics of *Aphidius gifuensis* Ashmead Ⅰ. Development stages and morphology of larval stage *Journal of Hebei Agricultural University*, **16**(2)：1－8.]

毕章宝，季正端，1994. 烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead 生物学研究. Ⅱ. 成虫生物学及越冬[J]. 河北农业大学学报，**17**(2)：38～44. [Bi Z B, Ji Z D, 1994. Bionomics of *Aphidius gifuensis* Ashmead. Ⅱ. Bionomics of adult and over winter. *Journal of Hebei Agricultural University*, **17**(2)：38－44.]

毕章宝，季正端，1996. 烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead 生物学研究. Ⅳ. 繁殖力、内禀增长力、功能反应及对桃蚜的抑制作用[J]. 河北农业大学学报，**19**(3)：1～6. [Bi Z B, Ji Z D, 1996. Bionomics of *Aphidius gifuensis* Ashmead. Ⅳ. Fecundity, intrinsic rate of increase, functional response and population suppression of peach green aphids. *Journal of Hebei Agricultural University*, **19**(3)：1－6.]

忻亦芬，1986. 烟蚜茧蜂繁殖利用研究[J]. 生物防治通报，**2**(3)：108～111. [Xin Y F, 1986. Mass production and its utilization of *Aphidius gifuensis*. *Chinese Journal of Biological Control*, **2**(3)：108－111.]

汤玉清，1984. 烟蚜茧蜂生物学特性的初步研究[J]. 福建农学院学报，**13**(2)：119～124. [Tang Y Q, 1984. The preliminary study on biological characteristics of *Aphidius gifuensis*. *Journal of Fujian Agricultural University*, **13**(2)：119－124.]

赵万源，丁垂平，1980. 烟蚜茧蜂生物学及其应用[J]. 动物学研究，**1**(3)：405～415. [Zhao W Y, Din C P, 1980 The bionomics of *Aphidius gifuensis* Ashmead and its utilization for the control of tobacco aphid *Myzus persicae* Sulzer. *Zoological Research*, **1**(3)：405－415]

路　虹，石宝才，张志立，1993. 烟蚜茧蜂生殖特性研究[J]. 华北农学报，**8**(1)：76～79. [Lu H, Shi B C, Zhang Z L, 1993. Studies on fecundity of *Aphidius gifuensis* Ashmead. *Acta Agriculture Boreali-Sinicae*, **8**(1)：76－79.]

路　虹，石宝才，1994. 烟蚜茧蜂、菜蚜茧蜂各个虫态及世代发育起点和有效积温的研究[J]. 华北农学报，**9**(3)：72～75. [Lu H, Shi B C, 1994. Development thresholds and thermal constants of *Aphidius gifuensis* and *Diaeretiella rapae*. *Acta Agriculture Boreali-Sinica*, **9**(3)：72－75.]

Campbell A, Frazer B D, 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites[J]. *J. Appl. Ecol.*, **11**(2)：431－438.

Campbell A, Mackauer M, 1977. Reproduction and population growth of the pea aphid (Homoptera: Aphididae) under laboratory and field conditions[J]. *Can. Entomol.*, **109**：277－284.

David W H, George A M, 1988. Quantitative analysis of temperature, moisture and diet factors affecting insect development[J]. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **81**(4)：539－546.

Elliott N C, Burd J D, Kindler S D *et al*, 1995. Temperature effects on development of three cereal aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae)[J]. *Great Lakes Entomologist*, **28**(3－4)：199－204.

Hayakawa D L, Grafius E, Stehr F W, 1990. Effects of temperature on longevity, reproduction, and development of asparagus aphid (Homoptera: Aphididae) and the parasitoids, *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) [J]. *Environ. Entomol.*, **19**(4)：890－897.

Stary P, 1967. Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with respect to integrated control[M]. Junk: The Hague. 47－100.

TEMPERATURE EFFECTS ON DEVELOPMENT AND FECUNDITY OF *Aphidius gifuensis* ASHMEAD

WU Xin-Fu① LI Tian-Fei① WEI Jia-Ning②③ WANG Yi③ DENG Jian-Hua① GAO Jia-He① ZHAO Li-Heng③

(①*Agriculture Institute of Yunnan Academy of Tobacco Science*, *Yuxi* 653100)

(②*Kunming Institute of Zoology*, *the Chinese Academy of Science*, *Kunming* 650223 *weijn@mail.kiz.ac.cn*)

(③*Yuxi Tobacco Research Institute of Yunnan Hongta Co. Ltd.*, *Yuxi* 653100)

Abstract: Temperature is an important climatological variable that influences the biology and ecology of aphids and their parasitoids. *Aphidius gifuensis* is an important solitary primary endoparasitoid that mainly attacks *Myzus persicae* at the tobacco growing season in Yuxi, Yunnan Province. The population of *A. gifuensis* were reared in Lab. in five constant temperatures (10, 15, 20, 25 and 30 ℃) and effects of these con-

stant temperature on developmental rate, longevity, fecundity and reproductive rate were investigated. The relationship between temperature and developmental rate is fits Logistic curve with the fastest developmental rate at 25℃. The temperature threshold and thermal requirement for development from egg to adult were 3.3℃ and 266.0 day-degree respectively. The female *A. gifuensis* could oviposite 90% eggs during first 4 days in its reproductive period, and 80% of the eggs were oviposited during daytime from 6:30 am to 22:30 pm. High temperatures (>25℃) have significant negative effect on total fecundity, longevity of female parasite, and the weight (size) and emergence rate of aphids mummies of *A. gifuensis*. Moderate temperature (20℃) was optimal for *A. gifuensis* survival, development and reproduction. Moreover, we concluded that the most favorable temperature for mass rearing and releasing of *A. gifuensis* was at the temperature range of 20 - 25℃ in biological control. Furthermore, the application of the result in this study for biological control of *M. pericae* by temperature was also discussed in the paper.

Key words: *Aphidius gifuensis*; Temperatures; Development; Fecundity

①Corresponding author

一篇探索真核细胞核起源的力作
——读李靖炎先生的长篇近作"The primitive nucleus model and the origin of the cell nucleus"

文建凡△

《胞内共生与细胞研究》(《Endocytobiosis and Cell Research》)是由国际胞内共生学会(International Society of Endocytobiology, ISE)主办的期刊,它主要发表有关内共生物(endosymbioses)和真核细胞的起源、发展、分化、进化和系统发育的研究论文。在胞内共生和真核细胞的起源进化研究领域享有声誉。去年该杂志发表了我国学者李靖炎先生的长篇论著"The primitive nucleus model and the origin of the cell nucleus(原始细胞核的模型与细胞核的起源)"(见 1999, 13(1-3):1-86)。国外一家SCI收录的专业性刊物为中国学者发表一篇长达86页的Review,实不多见,是我国学者在此领域的殊荣。

真核细胞起源是生物进化史上最重要的里程碑之一。在漫长的生物进化历史中,只有当真核细胞起源形成后,生物界才获得了进化的无限潜力,才能进化并产生包括从单细胞生物到多细胞生物乃至人类在内的以真核生物占绝对优势的生物多样性。因此对这一问题的研究无疑具有十分重要的生物学意义。但由于进化事件是历史事件,更何况真核细胞的起源发生在十分久远的、几乎没有留下化石证据的远古时期,因此研究这一问题本身就有相当的难度;再加上该研究的纯基础性,在特别注重实用的今天,要坚持这一研究其难度更是可想而知。

60年代末,著名科学家L.Margulis提出的"内共生学说"是这一领域的一次意义深远的突破。从此"内共生"与"真核细胞的起源"结下了不解之缘。但此学说主要解释了真核细胞的细胞器如线粒体、叶绿体等的起源问题,而对于细胞核这一真核细胞根本性标志的起源问题一直未能解决。后者成为该领域一块最难啃但又必须啃的"硬骨头"。李靖炎先生知难而进,长期孜孜不倦、坚忍不拔地从事"真核细胞核的起源及其早期进化"的研究,不断取得重要进展。尤其是在确立以双滴虫(diplomonads)细胞核为研究对象以后,更是取得了一系列的重要突破。本文虽然不能完全反映整个研究的全貌,但基本反映了这些重要的突破以及在此基础上形成的学术思想对以前的超越。

全文分为两大部分。第一部分是关于"原始细胞核的模型",第二部分涉及"细胞核的起源"问题。

从现存原生生物中寻找极原始的类群,然后通过对其原始的细胞核进行系统的研究,以了解细胞核在起源进化的初期是怎样的,从而建立原始细胞核的模型,这正是该研究的研究思路。这一思路在某种程度上克服了上述因缺乏化石等证据而带来的研究困难。在本文第一部分中较概括地阐述了沿着这一思路建立原始细胞核模型的曲折过程。首先,放弃了李先生自己曾潜心研究了多年的涡鞭毛虫(dinoflagellates)细胞核模型。这实际上是一个痛苦的超越自我的过程,表现出在科学研究中的求真、求实和勇于自我否定的求索精神。其次,综合了许多学者的研究证据,对前一段国际上提出的最原始的真核生物"源真核生物(archezoa)"所包含的类群进行了逐一重新审视,排除了其中极大多数类群的极原始性的可能,确立了双滴虫类的极其原始的进化地位。然后结合该实验室近些年来围绕双滴虫细胞核的一系列的重要研究结果,建立了以双滴虫细胞核为基础的"原始细胞核模型"。

(下转第209页)